Lane Medical Library

Aus dem Physiologischen Institut der Universität Heidelberg
(Prof. Dr. J. D. Achelis)

STANFORD UNIVERSITY MAR 1939 LIBRARY

# Ueber den Gesamtsauerstoffverbrauch und die Kohlensäureproduktion von Mäusen im Verlaufe der Unterernährung mit gleichzeitiger Bewegungsregistrierung.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruprecht-Karl-Universität
zu Heidelberg

vorgelegt von
*Alice Westphal*
aus Posen
und
*Walter Schüring*
aus Koblenz

1938

Druck: Lengericher Handelsdruckerei, Lengerich i. W.

Dekan: Prof. Dr. H. Runge
Referent: Prof. Dr. J. D. Achelis.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg.

*Unseren lieben Eltern!*

*Ueber den Gesamtsauerstoffverbrauch und die Kohlensäureproduktion von Mäusen im Verlaufe der Unterernährung mit gleichzeitiger Bewegungsregistrierung.*

Bei der Untersuchung der spontanen Beweglichkeit von Mäusen wurde eine weitgehendste Abhängigkeit von der Art der Ernährung festgestellt. Die genauere Untersuchung dieser Aenderung in der spontanen Beweglichkeit sowohl bei qualitativer wie quantitativer Nahrungsänderung wird im Physiologischen Institut im größeren Rahmen durchgeführt.

Es ergab sich bei möglichster Konstanterhaltung aller äußeren Bedingungen, besonders der Temperatur, der Beleuchtung und der Fütterungszeit für normale Mäuse eine bei den einzelnen Tieren verschiedene — es gibt lebhafte und rege Tiere — Beweglichkeitstageskurve. Bei ein und derselben Maus bleibt jedoch diese Beweglichkeitsverteilung über jeweils 24 Stunden auf viele Wochen hin erstaunlich gleichförmig. Jedoch verändern qualitative und quantitative Aenderungen der Nahrung sofort die sonst gleichbleibende Beweglichkeitskurve.

Als Standardfutter kommt im Institut eine synthetische, zu Kuchen verarbeitete Nahrung zur Verwendung, die alle für eine gute Ernährung nötigen Bestandteile enthält. Diese Standarddiät, die als einziges Futter neben Wasser schon mehrere Generationen der Tiere unterhält, setzt sich zusammen aus:

15 % Kasein als Eiweißquelle, 15 % Zucker, 60 % Mehl, 5 % Salz, 3 % Hefe, 2 % Butter + 1 Tr. Vigantol + 1 Tr. Vogan + Wasser, zu Kuchen unter 70° gebacken.

Ueber die vielen Arten der Beeinflussung und die dabei entstehenden Beweglichkeitstypen werden andere Unter-

suchungen aus dem Institut berichten. Hier sei nur angeführt, daß durch zuviel Eiweiß und zuwenig Eiweiß, wobei aber immer noch das Mehrfache des Eiweißminimums zugeführt wird, die Beweglichkeit gegenüber der Normalbeweglichkeit bei Standarddiät wesentlich verringert wird. Vorliegende Arbeit befaßt sich hauptsächlich mit einer Teilaufgabe, die sich als Folgerung dieser Beweglichkeitsänderung bezüglich der Stoffwechselverhältnisse ergibt. Es liegt auf der Hand, daß diese Aenderungen der Beweglichkeit durch qualitativ und quantitativ verschiedene Ernährung Aenderungen des Gesamtumsatzes allein durch die Beweglichkeitsänderung nach sich ziehen müssen.

Eiweiß und Kohlehydrate können im Organismus in bekannter Weise zur Lieferung von Kalorien in isodynamen Mengen zur Verbrennung herangezogen werden. Wenn aber gleichzeitig das Tier, das viel Eiweiß verbrennt, dadurch zu einem Tier verminderter Beweglichkeit wird, dadurch also an energetischen Ausgaben Einsparung macht, so bedeutet das eine wesentliche Einschränkung der Isodynamie der Nahrungsmittel, denn über diese Bewegungseinschränkung werden die Gesamtverbrennungen eben nicht einfach durch isodyname Mengen aus anderem Brennmaterial unterhalten, sondern werden eben kleiner. Da Mäuse in Perioden der Ruhe und der Beweglichkeit sich in ihrem Stoffwechselumsatz um das Mehrfache unterscheiden, war der kalorische Gewinn durch Beweglichkeitseinschränkung als ein wesentlicher Teil des Gesamtumsatzes zu vermuten. Die gewöhnliche Schreibweise der in einem schwingenden Käfig sich bewegenden Maus war natürlich in keiner Weise quantitativ, sie ergab nur Beweglichkeitsvermehrung oder -verminderung. Gleiche Ausschläge des Käfigs entsprachen keineswegs der gleichen Beweglichkeit, noch weniger der gleichen Arbeitsleistung der Maus. Da die direkte Messung der Arbeitsleistung einer sich bewegenden Maus unmöglich erscheint, wurde eine quantitative Verfolgung der durch diese Beweglichkeitsveränderungen eintretenden energetischen Verhältnisse durch Messung des Gasum-

satzes im Uebergang zu diesen veränderten Beweglichkeitskurven unternommen. Die Differenz zwischen Ruheumsatz und Gesamtumsatz liefert die für die Beweglichkeit benötigte Energie. Eine genaue Unterteilung in Ruhe- und Bewegungsumsätze wird von anderer Seite durchgeführt unter Benutzung unserer Ergebnisse, die sich zunächst nur mit den Aenderungen des Gesamtumsatzes in einem Falle solcher Beweglichkeitsänderungen, nämlich der kalorischen Unterernährung, befassen. Wir wählten zur ersten Untersuchung der Einflüsse solcher Beweglichkeitsänderungen auf den Gesamtumsatz gerade die Unterernährung, weil dabei besonders schnell Beweglichkeitsänderungen sich einstellen. Bei vier Mäusen wurde täglich in einer Vorperiode mit voller Ernährung und dann im Uebergang zur Unterernährung mit gleichzeitiger Bewegungsregistrierung der Gesamtsauerstoffverbrauch und die Kohlensäureproduktion über 22 Stunden am Tage gemessen.

Zunächst sei die in vierfacher Ausfertigung von uns aufgebaute Methode geschildert: Zur gleichzeitigen Bewegungsregistrierung der Tiere mußten diese in besonders leichten, zur Stoffwechselmessung nun aber luftdichten Käfigen sich befinden. Selbstgebaute Käfige aus durchsichtigem Zelluloid von etwa 0,5 mm Dicke mit einem dicht verschließbaren Deckel aus gleichem, aber etwas stärkerem Material waren in der zur optimalen Beweglichkeitsentfaltung geforderten Größe leicht genug und absolut dicht. Die zylinderförmigen Käfige von über 2 Liter Inhalt trugen außer dem mit 16 Schrauben verschließbaren Deckel seitlich vier sich gegenüberliegende Oeffnungen. Durch kleine Zylinderpumpen wurde in jeweils eine dieser Oeffnungen aus einer Bombe Luft mit 10 % zusätzlichen Sauerstoffs gepumpt. Durch die gegenüberliegende Oeffnung verließ das mit der Exspirationsluft des Tieres vermengte, also sauerstoffärmere und kohlensäurereichere Gasgemisch den Käfig, und wurde in einem gasdichten Sack gesammelt. Der gesamte Sauerstoffverbrauch bzw. die Kohlensäurekonzentration ergibt sich leicht aus der negativen bzw.

positiven Konzentrationsdifferenz zwischen eintretender und aus dem Käfig austretender Luft, multipliziert mit der gesamten Durchflußmenge.

Die in 22 Stunden gesammelte Luft wurde aus dem Sack über eine Gasuhr in die Kammern eines Interferometers geleitet, ihre Menge an der Gasuhr, ihre Sauerstoffverarmung bzw. Kohlensäureanreicherung gegenüber der ursprünglichen Bombenluft im Interferometer durch einfache Ablesung bestimmt (1).

Zur genauen Messung der Konzentrationsdifferenz im Interferometer muß diese für Sauerstoff 4—5 % betragen (2). Durch entsprechend langsame Durchströmung läßt sich eine zunächst beliebig hohe Konzentrationsdifferenz einstellen. Da bei dieser langsamen Durchströmung aber das Tier im Kasten, das ja in einem mit seiner Exspirationsluft vermengten Gasgemisch sitzt, etwas zu wenig Sauerstoff erhielte, vor allem aber in viel zu hoher Kohlensäurekonzentration säße, wurde der Sauerstoffpartialdruck der Durchströmungsluft von vornherein durch Zugabe von Sauerstoff erhöht, so daß nach Abzug des Sauerstoffverbrauchs das Tier in normaler Luft sitzt. Die Kohlensäure wurde nicht dauernd in langsamem Strome in den Sack geleitet. Es wurde vielmehr ein Zwischenkreislauf aus und in die beiden anderen Oeffnungen des Käfigs über eine Kreiselpumpe hergestellt und in zwischengeschalteter 10%iger Kalilauge die Kohlensäure laufend abgefangen. Erst am Schluß jedes Versuches wurde sie am Käfig vorbei durch Zugabe von konzentrierter Schwefelsäure aus der Kalilauge ebenfalls in den Sack getrieben (2). Die Undichtigkeit aller Gassäcke für Kohlensäure hätte außerdem das dauernde Auffangen der Kohlensäure im Sack während der ganzen Versuchszeit verboten, während für eine kurze Zeit der Messung die Kohlensäureundichtigkeit belanglos wird. Aus der Versuchszeit von 22 Stunden sind 24-Stundenwerte errechnet.

Die Tiere saßen in dem bereits erwähnten Käfig. Diese Käfige hingen an Spiralfedern. Die dichte Verbindung zu den vier Käfigöffnungen wurde durch vier dünne, in sich sehr

leicht bewegliche, frei herabhängende Gummischläuche hergestellt. Schon kleinste Kratz- und Putzbewegungen der Tiere setzten daher den Käfig mit den anhängenden Gummischläuchen in Schwingung. Bewegungen des Tieres mit Ortsveränderungen innerhalb des Käfigs verursachten etwas größere Schwingungen. Die glatte Beschaffenheit der Käfige ließ jedoch ein Herumklettern an der ganzen Wand des Käfigs wie bei den sonst zu den Bewegungsstudien benutzten leichten Drahtkäfigen nicht zu. Die Perioden größter Beweglichkeit, in denen das Tier sich dauernd lebhaft im Käfig bewegt, ergaben deshalb bei der Schreibung im dichten Stoffwechselkäfig etwas andere Kurvenbilder wie bei der Schreibung im Drahtkäfig, obgleich die Beweglichkeit auf dem Papierbelag am Boden des sonst glatten Käfigs bei Vergleich durch Beobachtung des Tieres offenbar dieselbe war. Durch das Springen an das an der Decke befestigte Wassergefäß, was die Tiere nur in den Perioden lebhaftester Beweglichkeit tun — trinken können sie natürlich vom Boden aus —, werden im Stoffwechselkäfig diese Beweglichkeitsperioden durch in kurzen Abständen wiederkehrende, starke Einzelausschläge gekennzeichnet, während im Drahtkäfig, wo das Tier dauernd an der Wand herumklettern kann, ein mehr kontinuierliches Band geschrieben wird. Für die Feststellung der Beweglichkeits- und Ruheverteilung, auch für die Unterscheidung kleinerer und größerer Beweglichkeit bilden die zwei Arten der Schreibung keinerlei Schwierigkeit.

Für die Benutzung des Interferometers mußten die Aufschlagetabellen neu geschaffen werden, da die bei der Einführung des Interferometers zur Stoffwechselmessung (1) gelieferten Tabellen nicht den Bereich der hier vorkommenden Ablesungen umfassen. Die Tabellen werden in der Arbeit (2) veröffentlicht.

Es wurde an vier Tieren längere Zeit von Tag zu Tag der Gesamttagesumsatz bestimmt. Wir verfügen bis jetzt über 133 gelungene Einzelbestimmungen des Umsatzes bei normaler Ernährung, im Verlaufe der folgenden Unterernährung

und bei anschließender Wiederauffütterung. Bei dem am häufigsten untersuchten Tier sind es 44 Einzelwerte, bei dem am wenigsten untersuchten 17. Bezüglich der erwartenden Ergebnisse ist zunächst zu sagen, daß in der Vorperiode mit voller Ernährung, wo ausgewachsene, normal ernährte, gesunde Tiere ja im Gewichtsgleichgewicht sind, und in der gleichmäßigen Unterernährung nach Einstellung eines neuen, dann aber konstanten Gewichts der Gesamtumsatz natürlich ebenfalls von Tag zu Tag mit einigen Schwankungen ein gleichbleibendes Niveau, das in der Hauptsache durch die Höhe der Nahrungszufuhr bestimmt ist, halten muß. Dagegen sind für den Uebergang zu diesem neuen Niveau, in dem auch die Beweglichkeitsänderungen sattfinden, vorher keine Angaben möglich, ob das Tier zunächst mit hochbleibendem Gesamtumsatz dadurch Gewicht verliert oder in welcher Weise der Gesamtumsatz sich zur möglichsten Hochhaltung des Gewichtes senkt. Aus den Bewegungskurven mit der gesteigerten Bewegung in der Unterernährung haben wir in den ersten Tagen der Unterernährung trotz Wegfall eines Teils der spezifisch-dynamischen Wirkung und trotz eventueller Senkung des Grundumsatzes wegen der Beweglichkeitssteigerung einen erhöhten Gesamtumsatz gegenüber der normalen Ernährung erwartet.

Die Ergebnisse unserer Messungen werden am besten an Hand der Originaltabellen besprochen. Die vier Tabellen zeigen jeweils für ein Tier den Gesamtsauerstoffverbrauch pro Tag und die Gewichtskurve der Tiere. Für die Beweglichkeitsverhältnisse an den angegebenen Tagen beschränken wir uns wegen der Schwierigkeit der Wiedergabe auf einfache Angaben. Aenderungen in der Ernährung sind durch Pfeile eingezeichnet. Bei ausreichender Ernährung zeigen die Tiere von Tag zu Tag einen ziemlich konstanten Umsatz. Aus einer großen Zahl von Beobachtungen im Institut war bekannt, daß die Tiere in unregelmäßigen Abständen von wenigen Tagen sowohl im Körpergewicht schwanken, als auch in der Freßmenge erheblich variieren. Der Gesamttagesverbrauch zeigt

dagegen eher etwas geringere Schwankungen. Nebenbei sei erwähnt, daß wir häufig die etwas stärkeren Umsatzschwankungen nach oben oder unten an Tagen des Wetterumschlages gesehen haben, eine Beobachtung, die weiter verfolgt wird. Gesamtumsatz und Körpergewicht entsprechen sich sowohl im Gleichgewicht als auch beim Uebergang zur Unterernährung meistens. Eine Schwankung des Umsatzes nach unten fällt zusammen mit einer solchen des Gewichtes nach oben oder umgekehrt. Die nicht kontrollierte, aber beträchtliche Wasseraufnahme, die ihrerseits wieder sehr unregelmäßig sein kann, läßt eine dauernde Uebereinstimmung nicht erwarten.

Es zeigt sich, daß die Tiere auf Unterernährung mit ihrem Gesamtumsatz auf ganz verschiedene Weise reagieren. Die Kurve der Maus 3 sei zuerst besprochen, weil sie die aus der Bewegungskurve zu erwartenden Veränderungen des Gesamtumsatzes tatsächlich zeigt. Am ersten Tage der Unterernährung, wo ihr mit 2,5 g Nahrung gegenüber den sonst gefressenen durchschnittlich 4,4 g Nahrung nur ungefähr 57 % der durchschnittlichen Nahrungsmenge geboten wurde, zeigt dieses Tier den gleichen Gesamtumsatz wie vorher. Am zweiten Tag der Unterernährung mit der gleichen zu geringen Menge geht der Umsatz höher als er in der gesamten Vorperiode mit ausreichender Ernährung jemals war. Die Beweglichkeitskurve zeigt an diesem Tag zwar noch nicht die ausgesprochene Unterernährungmotorik, aber einwandfrei eine vermehrte Beweglichkeit. Am vierten Tag erst sinkt der Gesamtumsatz dann wesentlich ab. Zunächst zeigt das Tier also trotz verminderter Energiezufuhr keinerlei Abnahme des Gesamtumsatzes. Diese für das Leben des Tieres entscheidende Größe nimmt sogar zu. Die Gewichtskurve entspricht dabei völlig dem Verlauf des Umsatzes. Bei ungenügender Nahrungszufuhr und trotzdem gesteigertem Verbrauch muß das Gewicht natürlich steil abnehmen. Wenn der Umsatz dann schließlich herabgesetzt ist, kann das Tier bei Gewicht bleiben.

Ueberraschend und noch nicht völlig zu deuten sind die Ergebnisse mit anderen Tieren. Tier 1 und 2 können dabei als völlig gleichlaufend gemeinsam besprochen werden. Nach einer ziemlich gleichbleibenden Vorperiode mit voller Ernährung nimmt der Umsatz der Tiere am ersten Tag der Unterernährung bei unveränderter Beweglichkeitskurve stark ab, von durchschnittlich 1,9 bzw. 1,7 Liter auf jeweils unter 1,2 Liter Sauerstoffverbrauch pro Tag. Dementsprechend braucht an diesem ersten Tage, wo der Gesamtumsatz der verringerten Nahrungszufuhr folgt, das Tier an Gewicht nicht über die normalen Schwankungen hinaus abzunehmen. Das Tier besitzt also die Möglichkeit, den Gesamtumsatz bei verringerter Nahrungszufuhr wesentlich herabzudrücken und damit anzupassen, vielleicht um die Gewichtserhaltung zu ermöglichen. Im weiteren Verlauf der Unterernährung bleibt bei diesen Tieren diese Anpassung aber keineswegs bestehen. Der Umsatz steigt wieder auf die niedersten Werte der Vorperiode an, um dann erst allmählich sich langsam im Verlaufe von 2 Wochen wieder auf das niedere Endniveau zu senken. Dieses Endniveau entspricht etwa dem am ersten Tag erreichten niedersten Gesamtumsatzwert. Entsprechend dem Wiederanstieg des Gesamtumsatzes nach der Senkung am ersten Tag fällt dann die Gewichtskurve ab, da das Tier bei der bleibenden geringen Nahrungszufuhr und dem ansteigenden Gesamtumsatz nun Körpersubstanz zusetzen muß. Mit dem sich allmählich wieder senkenden Gesamtumsatz wird auch ein neues bleibendes Gewichtsniveau eingestellt.

Gegenüber der zuerst erwähnten Maus 3 mit dem zunächst steigenden Gesamtumsatz und der sofort fallenden Gewichtskurve, stellen diese beiden Tiere mit der zuerst starken Senkung des Gesamtumsatzes und der erst nach Wiederanstieg des Gesamtumsatzes fallenden Gewichtskurve einen anderen Typ dar. Dabei liegt die Steigerung des Gesamtumsatzes am zweiten und dritten Tage der Unterernährung v o r einer nennenswerten Aenderung der Beweglichkeitskurve. Erst vom vierten Tage ab ist die erwähnte Unterernährungsmotorik ausgeprägt.

Wir halten aber die Steigerung des zweiten und dritten Tages bereits für durch in der Schreibung nicht sichtbare Bewegungsvermehrung veranlaßt.

Das vierte Tier stellt interessanterweise einen neuen Typ der Reaktion des Gesamtumsatzes auf Unterernährung dar. Das Tier nimmt wie 1 und 2 am ersten Tag der Unterernährung von 1,93 Liter auf 1,38 Liter Sauerstoffverbrauch pro 24 Stunden ab. Der vorhergehende Wiederanstieg des Gesamtumsatzes fällt bei diesem Tier weg, vielmehr bleibt der Umsatz nieder und fällt sogar noch weiter. Auf der Beweglichkeitskurve zeigt sich dazu passend keinerlei Unterernährungsmotorik. Die Gewichtskurve ist entsprechend der Senkung des Gesamtumsatzes nur ganz schwach fallend.

Auf die noch nicht abgeschlossenen Gesamtumsatzänderungen bei Wiederauffütterung wird an anderer Stelle näher eingegangen werden. Erwähnt seien noch einige besondere Beobachtungen, die wir gemacht haben und die weiter verfolgt werden. Bei der auf Umsetzung zur Unterernährung folgenden starken Umsatzabnahme zeigt sich eine völlige Störung des respiratorischen Quotienten, der bei allen drei Versuchen, die diese Abnahme zeigen, wesentlich über 1 liegt, und damit anzeigt, daß der ganze Stoffwechsel der Tiere an diesem Tage ziemlich durcheinander sein muß. An den folgenden Tagen ist der R. Q. wieder normal; auch bei der Maus 4, wo der Umsatz dann genau so tief bleibt, oder bei den anderen Tieren, wo er nach einiger Zeit allmählich wieder auf den gleichen niedrigen Wert kommt. Eine einfache Hungerazidose reicht nicht zur Erklärung aus.

Das 4. Tier zeigt gelegentlich von sich aus eine sehr geringe Nahrungsaufnahme, ohne eigentlich krank zu sein. Es sieht dabei gut aus und nimmt kaum ab. Obgleich hier die Nahrungszufuhr in der Nähe oder sogar unter der gewählten Unterernährungsdosis liegt, nimmt dabei der Umsatz keineswegs ab. Unterernährung aus inneren Gründen und von außen aufgezwungene Unterernährung sind also bezüglich des Eintretens solcher Regulationen des Gesamtumsatzes völlig andere.

Ob es nur Zufall ist, daß das Tier 3 als graue Maus gegenüber den drei weißen Mäusen einen anderen Reaktionstyp zeigt, muß sich aus weiteren Versuchen ergeben.

Die Aufgabe, Einwirkungen der Beweglichkeitsänderung auf den Gesamtumsatz zu zeigen, wurde noch auf eine andere Weise untersucht. Das Tier mit einer zur Beweglichkeit führenden Ernährung mußte mit beruhigender Nahrung mit einer geringeren Kalorienzufuhr dasselbe Gewicht halten können. Bei Kontrolle der Nahrung mit genauer Zu- und Rückwage und Feststellung des Kaloriengehalts der zugeführten Nahrung durch Kalorimetrie mußte sich eine nennenswerte Umsatzverminderung feststellen lassen. An 6 Ratten haben wir für jede einzelne 150 Tage lang eine genaue Kontrolle der gefressenen Nahrung und des Gewichtes durchgeführt. 80 Tage lang davon wurde der Kaloriengehalt der Nahrung, die im übrigen die ganze Zeit hindurch in ihrer Zusammensetzung bekannt und gleich war, tatsächlich im Institut in der Kalorimeterbombe bestimmt. Bei der gleichen Zusammensetzung der Nahrung die ganze Zeit über darf aus dem gefressenen Gewicht der Nahrung auch für die übrige Zeit mit dem gleichen durchschnittlichen Kalorimeterwert, der für die Einzelnahrungen sehr wenig, um etwa 10 %, schwankte, gerechnet werden. Jedes einzelne Tier wurde für einige Zeit auf Nahrung mit 15 % Kasein, dann mit 40 % oder 75 % Kasein zum Vergleich gehalten. Einzelne Tiere lassen wegen wesentlicher Gewichtsänderung bei Aenderung der Ernährung über die Unterschiede im Kalorienverbrauch bei der Ernährung mit verschiedenem Eiweißgehalt nichts aussagen. Gerade beim Umsetzen auf 75 % Kasein brauchten die Tiere wesentlich weniger Nahrung und geringere Kalorienzufuhr; aber die gleichzeitigen starken Gewichtsverluste lassen Vergleiche des Kalorienverbrauchs der beiden Ernährungsperioden nicht zu. Eines dieser Tiere ging mit 75 % Eiweiß zugrunde.

Zwei Tiere zeigten bei guter Gewichtskonstanz keine Veränderung im Kalorienverbrauch bei 15 %iger oder 40 %iger Eiweißnahrung. Ein Tier zeigte bei allen drei Nahrungsarten

bei etwa unveränderter Wachstumstendenz bis zum Gewicht von 345 g keinen deutlich unterschiedenen Kalorienverbrauch. Die Ratten, die wir als größere Tiere wegen der größeren Genauigkeit der Nahrungsmessung gewählt hatten, zeigten also keine wesentlichen Gesamtumsatzänderungen durch Nahrungen mit stark verschiedenem Kaseingehalt. Anschließend durchgeführte Bewegungsschreibung an zwei Ratten zeigte tatsächlich im Gegensatz zu Mäusen bei Ratten auch eine viel geringere Beeinflußbarkeit der Bewegungsverhältnisse durch Aenderung der Nahrung.

In einer dritten Serie wurde versucht, an Mäusen zu zeigen, daß mit einer Unterernährungsdosis von beweglichmachender Nahrung ein geringeres Gewicht gehalten wird, als von der isokalorischen Menge einer sehr eiweißreichen Nahrung, die zur Einschränkung der Beweglichkeit führt. Den Tieren wurde zunächst 8, dann 6,4 Kalorien des erwähnten Standardfutters zugeführt, jeweils solange, bis sie in Gewichtsgleichgewicht waren. Anschließend wurden ihnen wieder 6,0 Kalorien einer sehr eiweißreichen Nahrung zugeführt.

Oft erlaubt die sehr eiweißreiche Nahrung trotz geringerer Kalorienzufuhr ein wesentlich höheres Gewicht. Unsere zahlreichen Versuche mit vielen Tieren sind aber nicht alle einheitlich verlaufen. Da die mannigfaltigen Möglichkeiten der Beweglichkeitsbeeinflussung in der Unterernährung noch nicht völlig klar gestellt sind und im Institut noch untersucht werden, wird auf eine eingehende Besprechung verzichtet. Immerhin sei hervorgehoben, daß sich bei bestimmten Tieren, unabhängig von spezifischen Unterernährungsbeweglichkeiten, mit diesem Test des Gewichtes in der Unterernährung, Einflüsse der durch die Nahrung veränderten Beweglichkeit auf den Gesamtumsatz zeigen lassen.

*Zusammenfassung.*

Es wird eine Methode zur Messung des Gesamtsauerstoffverbauchs und der Kohlensäureproduktion an Mäusen mit gleichzeitiger Bewegungsregistrierung beschrieben. Als Analyseninstrument dient das Zeiß'sche Laboratoriumsinterferometer. An 4 Mäusen wird die Veränderung des Gesamttagesumsatzes beim Uebergang von Vollernährung auf plötzliche Unterernährung in 130 Einzelversuchen untersucht. Einschneidende regulatorische Aenderungen des Gesamtumsatzes bei diesem Uebergang werden beschrieben. Die Bedeutung der Beweglichkeitsveränderungen durch Nahrungsänderung für den Gesamtstoffwechsel wird hervorgehoben.

6 Ratten zeigten bei Ernährung ad libidum mit einer Kost mit 15, 40 und 75 % Kascin keine sichere Aenderung der jeweiligen Kalorienzufuhr.

Manche Mäuse können bei kalorisch g l e i c h e r Unterernährungsration, abhängig von deren Eiweißgehalt, sich bei verschiedenem Gewicht erhalten.

Wir danken Herrn Prof. A c h e l i s für die Ueberlassung der Arbeit und Herrn Dr. N o t h d u r f t für die Unterstützung bei der Durchführung derselben.

## Tabelle 1—4.

Die untere Kurve zeigt jeweils den Sauerstoffverbrauch in 24 Stunden in $^1/_{10}$ Liter, die obere Kurve das Gewicht des Tieres in g. (Die Abnahme von Tier 1 am Tage v o r der Unterernährung war reell.)

Das Gewicht ist immer zu dem Umsatz der vorhergehenden 24 Stunden eingetragen, so daß sich Umsatzänderungen und Gewichtsänderungen entsprechen. Der Uebergang von voller Ernährung, durchschnittlich 4,5 g pro Tag, auf Unterernährung mit 2,5 g pro Tag, ist durch Pfeile markiert.

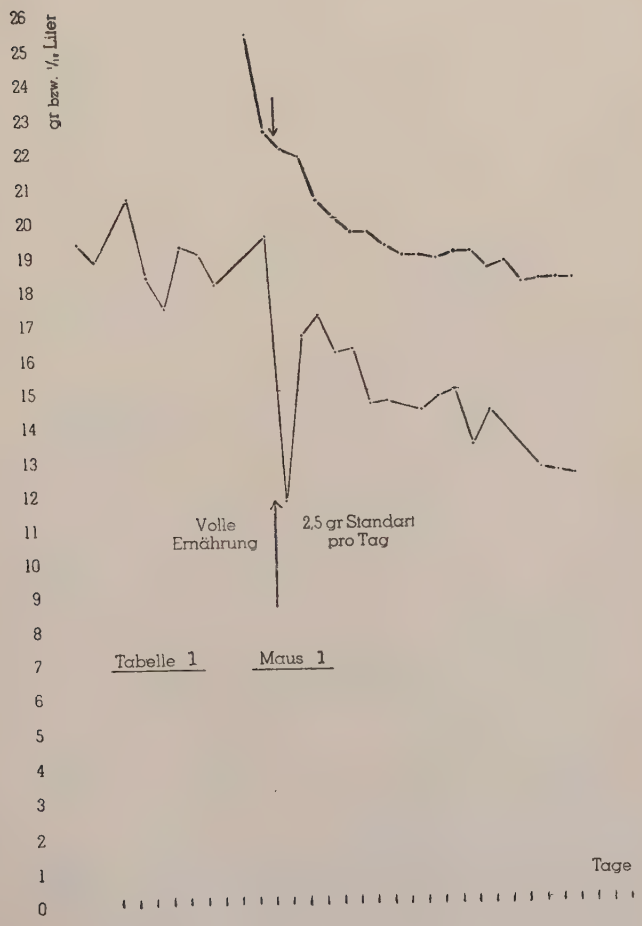


Tabelle 1 Maus 1

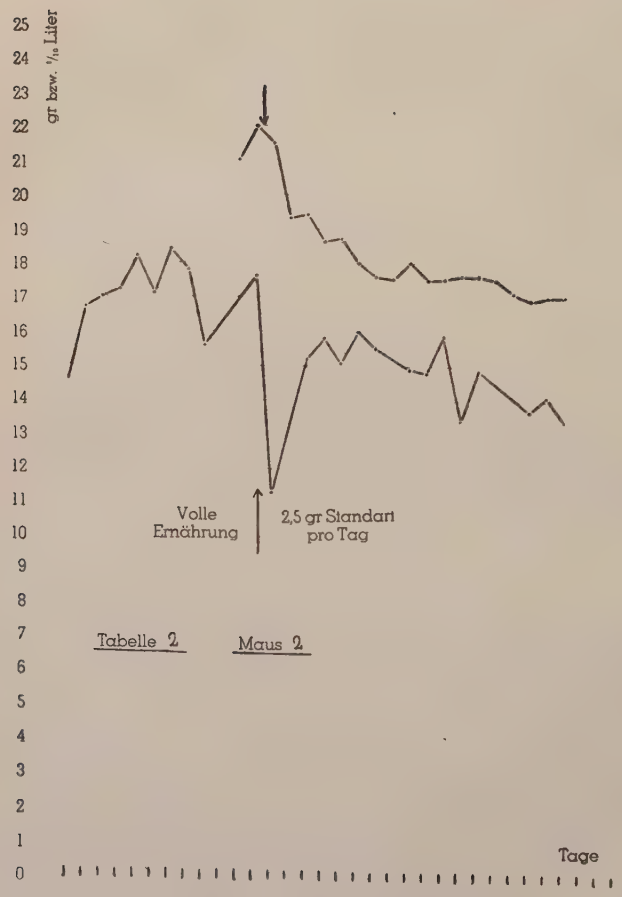


Tabelle 2 Maus 2

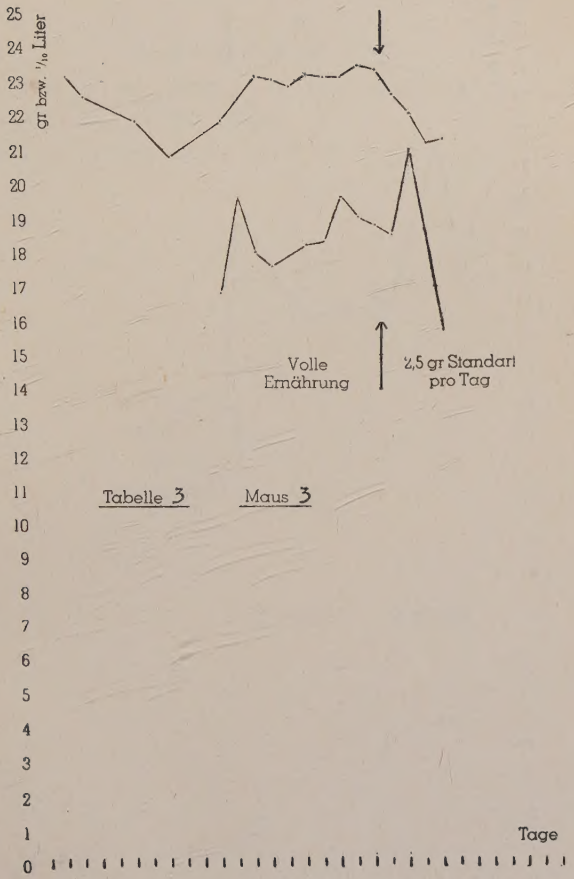


Tabelle 3 Maus 3

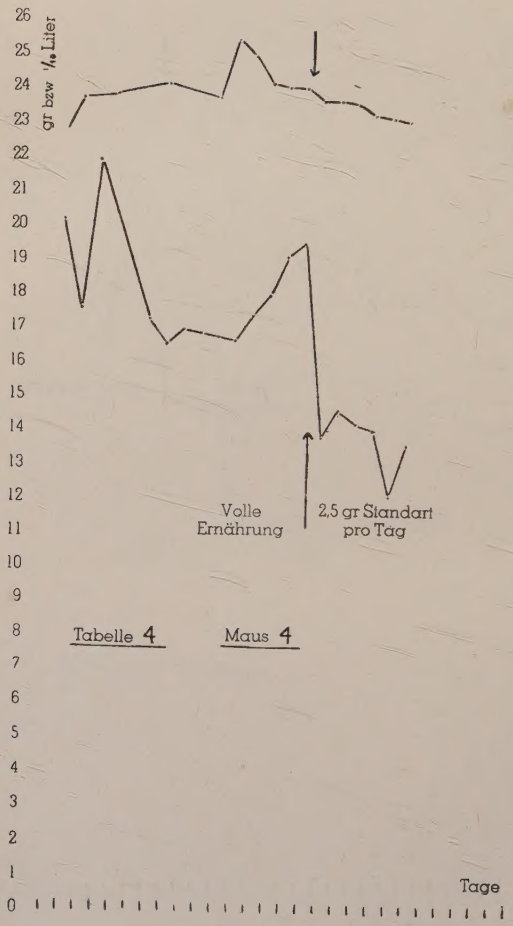


Tabelle 4 Maus 4

*Literaturverzeichnis.*

1. H. Wollschitt, W. Bothe, H. Ruschka und E. G. Schenk. Arch. f. exper. Path. 177, 635 (1935).
2. H. Nothdurft. Pflüg. Arch. Im Druck.

## *Lebenslauf.*

Als Tochter des Dentisten Otto Westphal bin ich am 28. Dezember 1913 in Posen geboren. Nach Beendigung des dortigen deutschen Privatgymnasiums bestand ich im Juni 1933 das Abitur. Im Wintersemester 1933 bis 1934 begann ich mit dem Studium der Zahnmedizin in Heidelberg, wo ich im Juli 1935 das Physikum bestand. Im Herbst 1937 meldete ich mich zur zahnärztlichen Hauptprüfung, die ich am 8. Januar 1938 beendete. Ab Januar bis Juli 1938 arbeitete ich im Physiologischen Institut.

Am 29. Januar 1911 wurde ich, Walter Schüring, in Kleve als Sohn des Kgl. Kreissekretärs Gustav Schüring und seiner Ehefrau Rose-Marie, geb. Lohbeck geboren. Von meinem 6. Lebensjahr besuchte ich die Volksschule in Braubach a. Rhein, wo mein Vater Bürgermeister war. Ab 1921 besuchte ich das Gymnasium zu Oberlahnstein und bestand am 21. Februar 1931 die Reifeprüfung am Kaiser-Wilhelm-Realgymnasium zu Koblenz. Meine Studienzeit verbrachte ich an den Universitäten in Bonn und Heidelberg. An letzterer bestand ich 1935 die zahnärztliche Vorprüfung mit gut und am 8. Januar 1938 das Staatsexamen ebenfalls mit gut. Anschließend arbeitete ich bis Juli 1938 im Physiologischen Institut.